- Hacer referencia al licor de Fheling
- Concepto de carbono asimétrico y su consecuencia: la isomería.
- En la isomería sólo los conceptos de estereoisomería (D, L) y la isomería óptica (+), (-). No se preguntarán los conceptos de epímero y enantiómero.
- Significado de por ejemplo α− D- (+) - glucopiranosa
- Saber reconocer los monosacáridos: glucosa, fructosa, ribosa, desoxirribosa y ribulosa, indicando sus funciones en los seres vivos.
- Dado un monosacárido en forma lineal es capaz de ciclarlo (perspectiva de Hawort), explicando el enlace hemiacetálico, y al revés. Claro el concepto de que al ciclar aparece un nuevo carbono asimétrico (isómeros α y β)
- Características del enlace glucosídico (Considerar el O-glucosídico, el N-glucosídico)
- Dados dos monosacáridos es capaz de unirlos mediante un enlace glucosídico. Conocer los dos tipos de enlace glucosídico (monocarbonílico y dicarbonílico). Concepto de hidrólisis
- Es necesario identificar los disacáridos indicados
- Explicar el por qué la sacarosa a perdido su poder reductor frente a licor de Fheling.
- Relacionar los oligosacáridos con el glucocáliz e indicar sus características funcionales.
- Concepto y clasificación de los polisacáridos
- Sólo hay que reconocer los polisacáridos indicados, los de reserva (enlaces α) y los estructurales (enlaces β), la función biológica que desempeñan, propiedades, así como en donde se encuentran dentro de la estructura celular.
- Concepto de heteropolisacáridos, glucoproteínas y glucolípidos
- Características de los peptidoglicanos

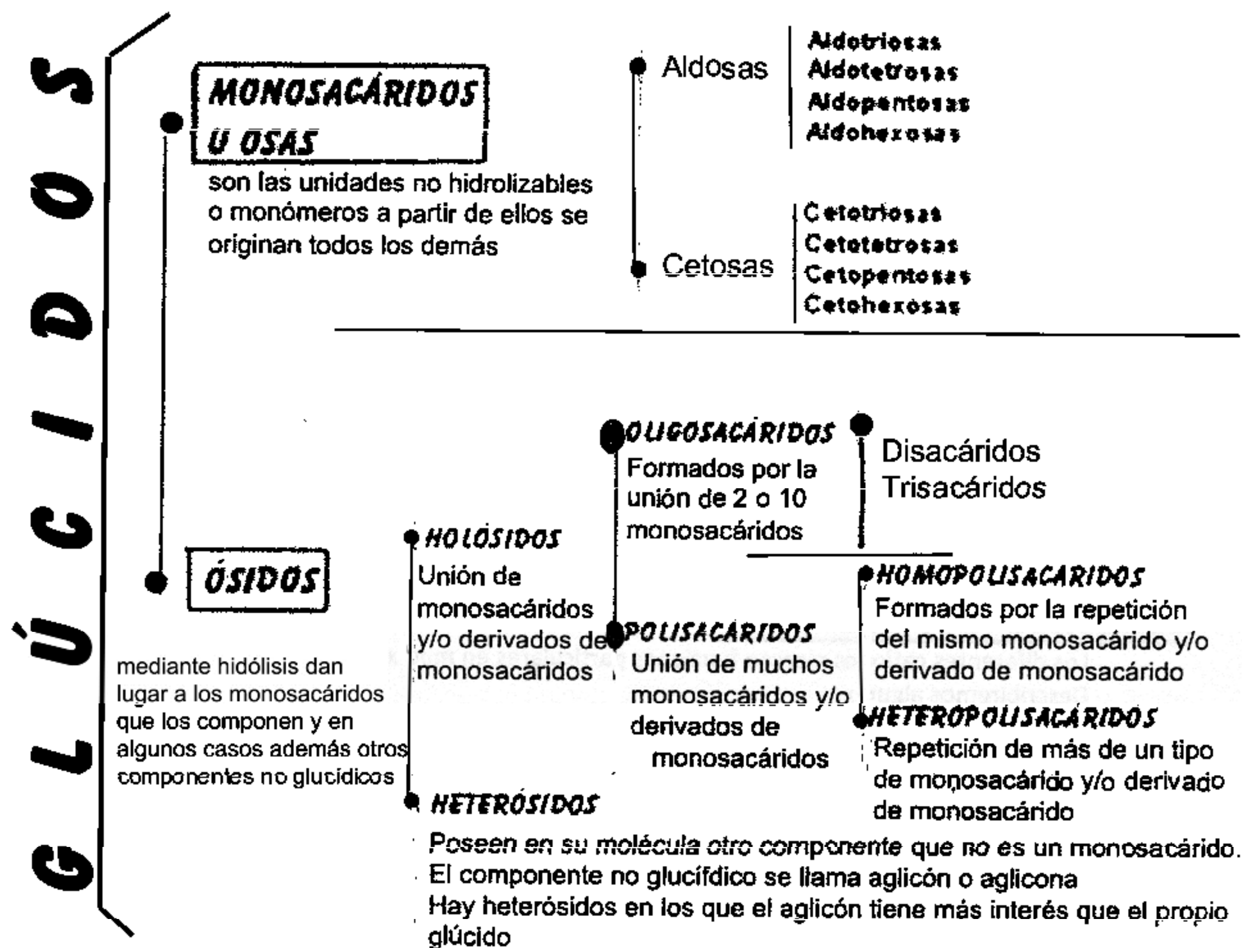
GLUCIDOS. HIDRATOS DE CARBONO. CARBOHIDRATOS. AZUCARES. GLICIDOS. SACÁRIDOS.

Están formados por C, H y 0. El nombre de hidrato de carbono o carbohidrato deriva del hecho de que los dos últimos elementos suelen encontrarse en la misma proporción que el agua. Respondiendo a la fórmula general **$C_x (H_2 0)_y$**

La denominación de hidrato de carbono es errónea. Pues hay sustancias como la Rammosa que es un hidrato de carbono y sin embargo tiene como fórmula empírica: $C_6 H_{12} O_5$. Por otro lado el aldehído fórmico CH_2O, y el ácido acético $C_2H_40_2$, por ejemplo, responden a la fórmula general y sin embargo no son hidratos de carbono. La denominación de azúcares o glúcidos (glykos = dulce) tampoco es exacta porque no todos son dulces; el almidón, por ejemplo, es insípido. En cambio, el aminoácido glicina (o glicocola) es dulce y no es un carbohidrato

Químicamente son polihidroxialdehidos o polihidroxicetonas, sus derivados y polímeros

Clasificación

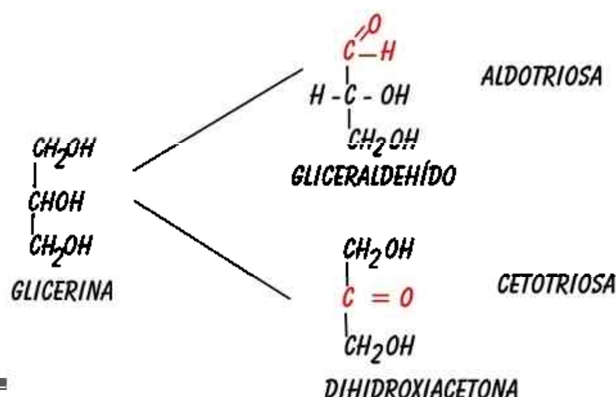


MONOSACÁRIDOS

- Son los glúcidos más simples (Monómeros) a partir de los cuales se originan los demás (Polímeros)
- Son sólidos; blancos; solubles en el agua; cristalizables y sabor dulce.
- Debido a que poseen el grupo carbonilo (-C=0 ó -CHO) poseen poder reductor frente al licor de Fehling. La reducción consiste en el paso del reactivo azul a rojo ladrillo

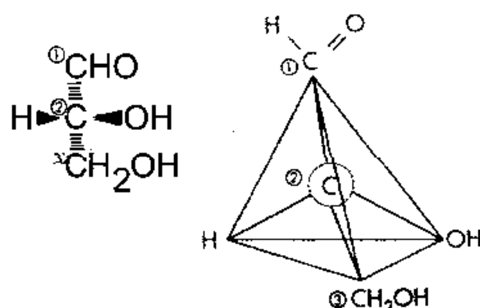
NOMENCLATURA:

Se antepone a la terminación - osa un prefijo que indica si posee la función aldehído (aldo) o cetona (ceto), y otro referente al número de átomos de carbono, siendo: Tris... Tres Tetra... Cuatro Penta. Cinco Hexa. Seis Hepta... siete



Las representaciones planas que hemos utilizado, son sólo una aproximación a la estructura real, ya que los átomos de carbono son en realidad tetraédricos

Un modelo tridimensional del gliceraldehído, nos muestra la existencia de un carbono asimétrico o quiral



Carbono asimétrico o quiral es aquel que tiene sus cuatro saturadas por grupos químicos diferentes

La existencia de carbonos asimétricos da lugar a isómeros

Isomería

La existencia de carbonos asimétricos origina dos tipos de isomería:

- **ISOMERIA ESPACIAL O ESTEREOISOMERÍA**
- **ACTIVIDAD ÓPTICA O ISOMERIA ÓPTICA**

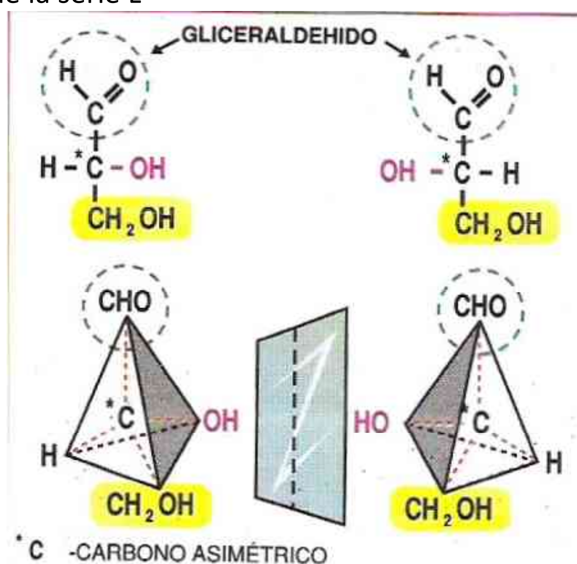
• ESTEREOISOMERÍA

Es una consecuencia de la existencia de carbonos asimétricos

Isómeros: Son moléculas que teniendo la misma fórmula empírica y estructural, poseen una diferente configuración espacial de los grupos atómicos

Enantiómeros o enantiomorfos son estereoisómeros en los que uno es la imagen especular no superponible del otro

Diremos por convenio que un monosacárido es de la serie D, cuando en su forma lineal (llamada también en **proyección de Fisher**) el penúltimo carbono lleva su OH a la derecha, si lo lleva a la izquierda sería de la serie L



En la naturaleza predominan los monosacáridos de la serie D.

El número de estereoisómeros está relacionado con el número de átomos de carbono asimétricos.

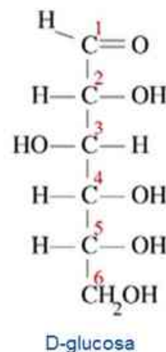
Obedece a la fórmula 2^n en las aldosas 2^{n-1} en las cetosas. Siendo n el nº de carbonos asimétricos

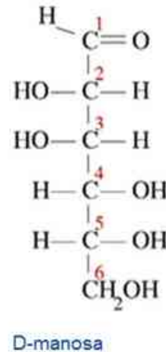
Así, por ejemplo si un monosacárido tiene dos carbonos asimétricos, le corresponderán $2^2 = 4$ estereoisómeros. Para el caso de la glucosa el número de estereoisómeros será de 2^4, es decir, 16

Mientras en la naturaleza los organismos sólo sintetizan uno de los dos enantiómeros, cuando se hace una síntesis química en el laboratorio se obtiene una mezcla equimolecular de los dos isómeros. Esto nos sugiere la idea de que las enzimas en muchos casos son capaces de diferenciar los distintos estereoisómeros y por ello seleccionados

Epímeros son dos monosacáridos que difieren en un átomo de carbono diferente al penúltimo

Formas abiertas o de Proyección de Fisher



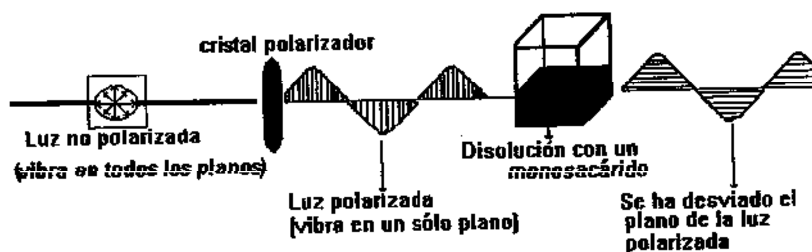


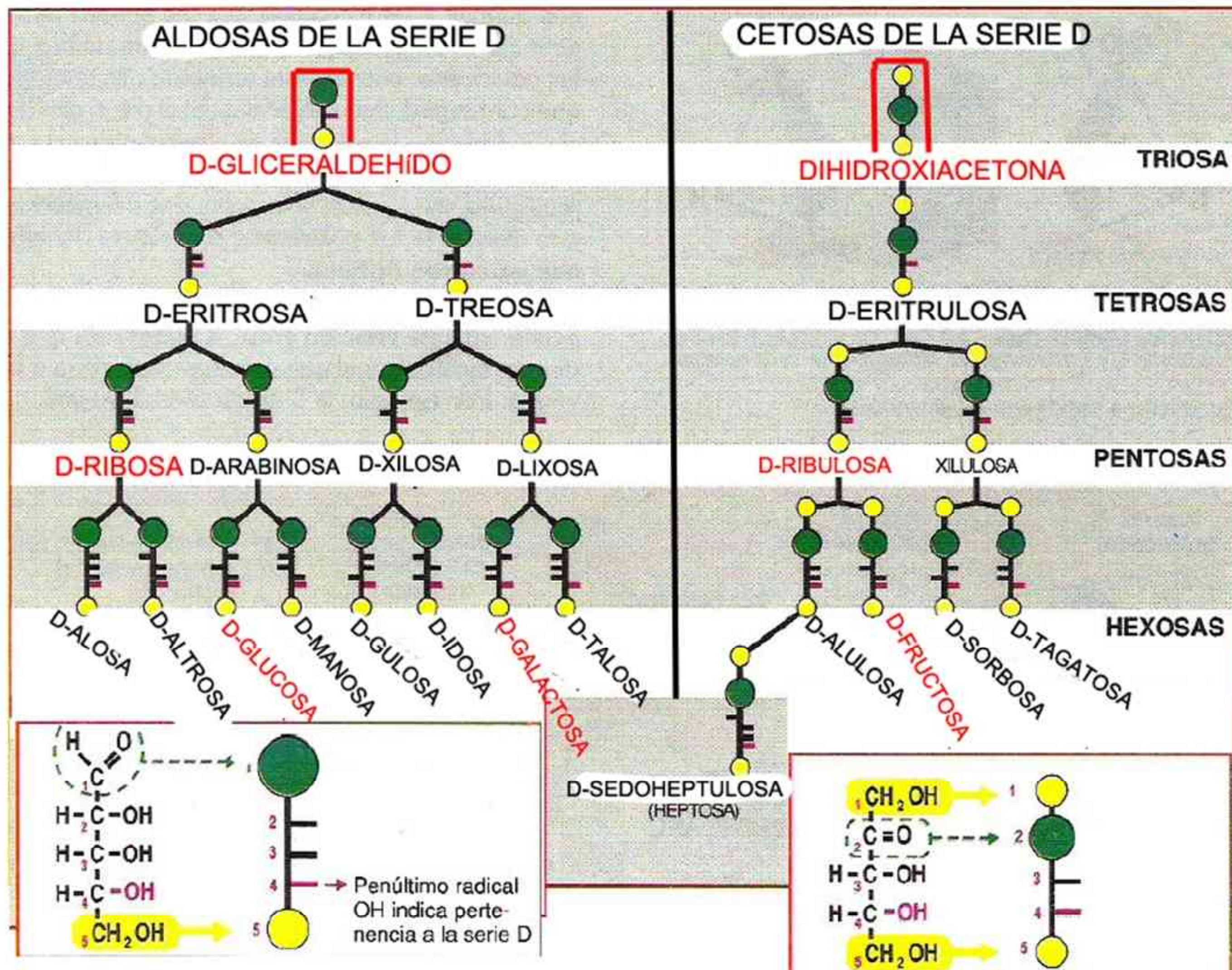
•Isomería óptica

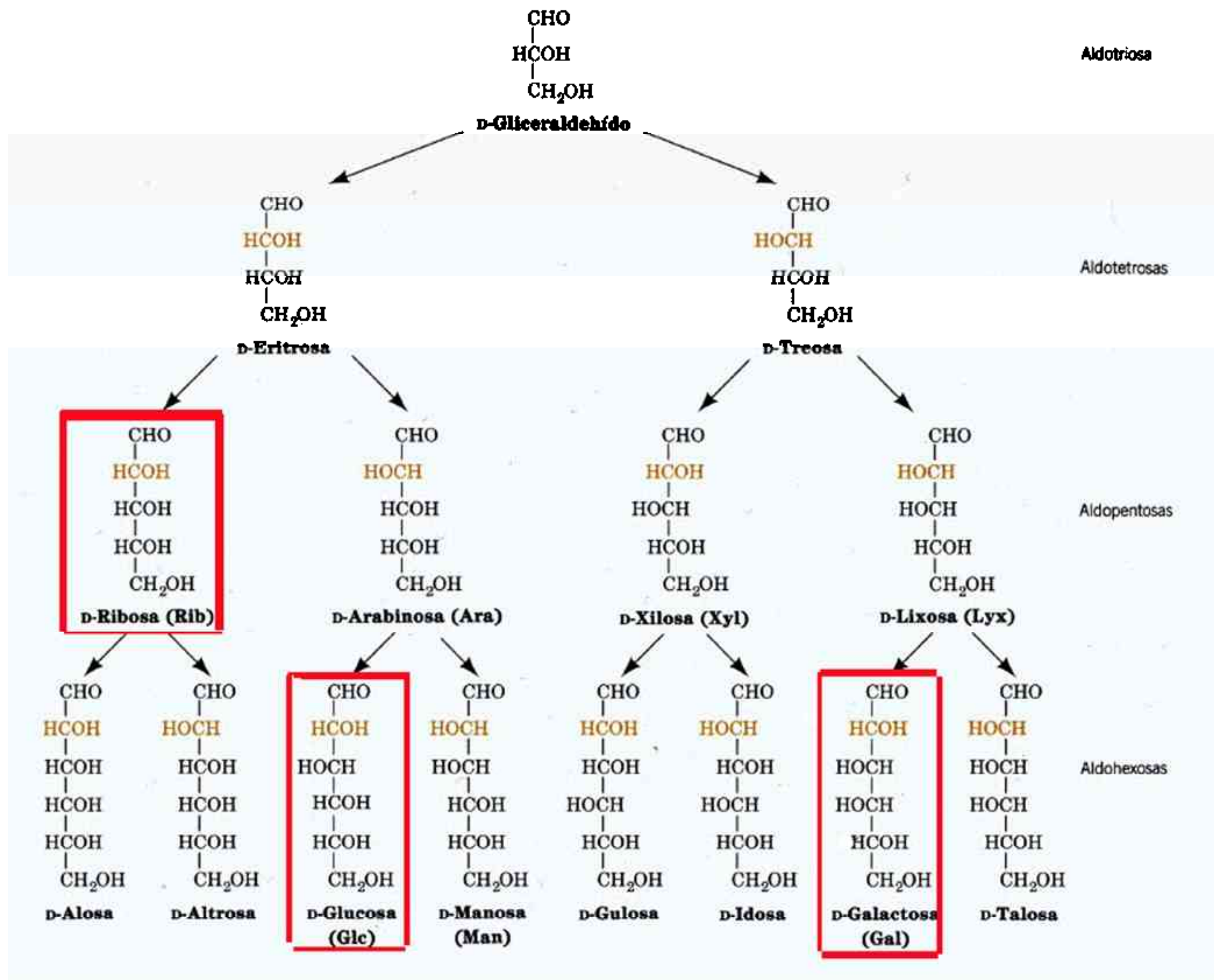
Si sobre una disolución que contiene un monosacárido incide un rayo de luz polarizada, se observa una desviación del plano de la luz polarizada un cierto ángulo.

Si la desviación es hacia la derecha se dice que es dextrógiro y se representa por (+), si lo hace a la izquierda se dice que es levógiro y se representa por (-).

Si un monosacárido desvía el plano hacia la derecha y otro hacia la izquierda se dice que entre sí son isómeros ópticos




ALDOSAS DE LA SERIE D
CETOSAS DE LA SERIE D
D-GLICERALDEHÍDO
DIHIDROXIACETONA
TRIOSA
D-ERITROSA
D-TREOSA
D-ERITRULOSA
TETROSAS
D-RIBOSA
D-ARABINOSA
D-XILOSA
D-LIXOSA
D-RIBULOSA
XILULOSA
PENTOSAS
D-ALOSA
D-ALTROSA
D-GLUCOSA
D-MANOSA
D-GULOSA
D-IDOSA
D-GALACTOSA
D-TALOSA
D-ALULOSA
D-FRUCTOSA
D-SORBOSA
D-TAGATOSA
HEXOSAS
D-SEDOHEPTULOSA
(HEPTOSA)
Penúltimo radical OH indica pertenencia a la serie D

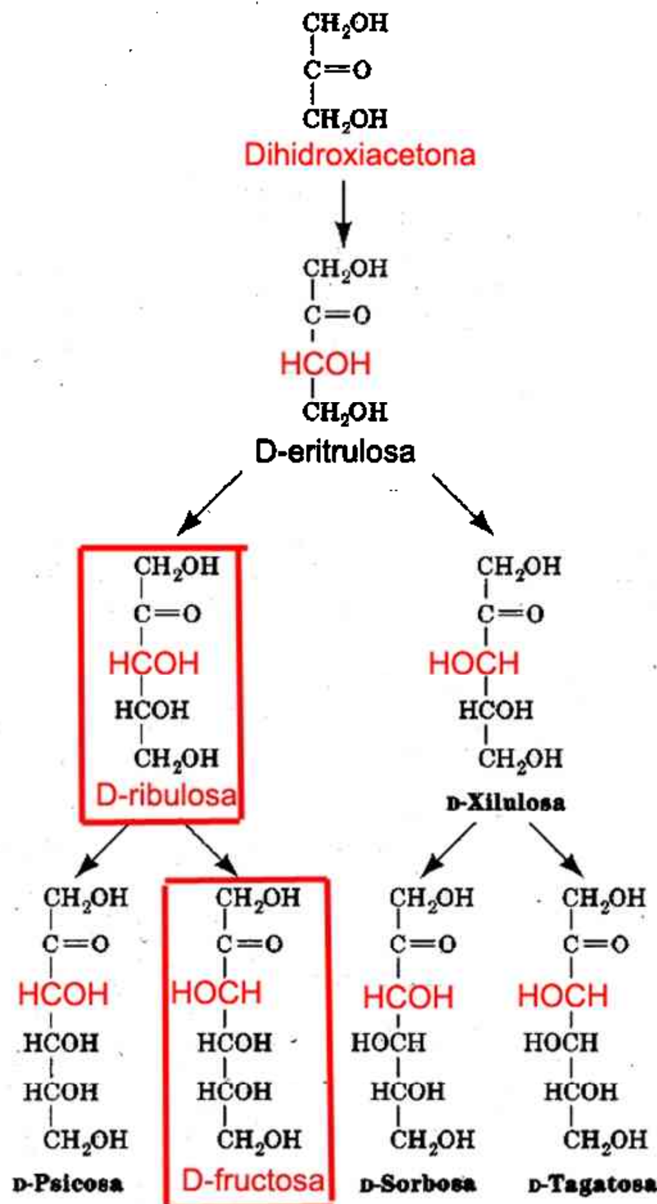


CHO
HCOH
CH_2OH
D-Gliceraldehído

CHO
HCOH
HCOH
HCOH
CH_2OH
D-Ribosa (Rib)

CHO
HCOH
HOCH
HCOH
HCOH
CH_2OH
D-Glucosa (Glc)

CHO
HCOH
HOCH
HOCH
HCOH
CH_2OH
D-Galactosa (Gal)



Destacamos;

Las triosas **D-GLICERALDEHÍDO Y D-DIHIDROXIACETONA**, desempeñan como veremos posteriormente un papel muy importante como metabolitos intermediarios en el metabolismo de los glúcidos

Como Aldopentosas:

D-RIBOSA y su derivado la **D-DESOXIRRIBOSA** (sin hidroxilo en el carbono 2), por participar en la construcción de los nucleótidos componentes de moléculas tan importantes como el: ATP, NAD+, DNA, RNA.

Como Aldohexosas:

La **D-GLUCOSA**: Llamada también dextrosa (desvía el plano de la luz polarizada hacia la derecha) o azúcar de uva por encontrarse en este fruto en gran cantidad. Es el monosacárido más difundido en la naturaleza, se encuentra tanto en el reino vegetal como en el animal.

En la sangre la cantidad de glucosa (glucemia) es constante (1g por litro) y recordaréis del año pasado, que está regulada la concentración en sangre por dos hormonas: La insulina y el glucagón. La insulina disminuye la concentración de azúcar en sangre, bien sea almacenándola en forma de glucógeno en el hígado o músculos, o bien, transformándola metabólicamente en ácidos grasos. Por el contrario el glucagón aumenta la concentración de azúcar en sangre, bien favoreciendo la transformación del glucógeno en glucosa, o bien, favoreciendo la utilización de grasas en vez de glúcidos para la obtención de energía.

Se forma por hidrólisis de muchos di- y polisacáridos: Maltosa, lactosa, celobiosa, glucógeno, celulosa.

D-MANOSA.- No se encuentra libre. Por reducción se transforma en manitol. Es un componente de antibióticos como la estreptomicina

D-GALACTOSA. Se encuentra como componente del disacárido lactosa, y en polisacáridos complejos como la pectina, gomas, mucílagos, agar-agar. Forma parte de un grupo de glucolípidos llamados cerebrósidos y gangliósidos

Como cetosas destacamos:

Las cetopentosas:

RIBULOSA, pues su derivado la **RIBULOSA 1,5-diP**, es la encargada de aceptar las moléculas de CO_2 en el proceso de la fotosíntesis.

Las cetohexosas.-

D-FRUCTOSA: es junto con la glucosa los monosacáridos más abundantes de la naturaleza. Se encuentra en muchos frutos a los que les comunica su sabor dulce.

Posee el mismo valor alimenticio que la glucosa (las células hepáticas poseen enzimas capaces de transformar la fructosa en glucosa.

Desvía fuertemente el plano de la luz polarizada a la izquierda, por lo que se le conoce como levulosa

La cetoheptosa.-

SEDOHEPTULOSA, es un compuesto que aparece en las reacciones oscuras de la fotosíntesis (Ciclo de Calvin) como compuesto intermediario en la regeneración de la ribulosa.

Formas anoméricas (Formación de anillos)

La mayor parte de los monosacáridos que poseen cinco o más átomos de carbono, aparecen en realidad no como forma "abierta" como hasta ahora hemos visto (proyección de Fischer) , sino como formas "cerradas" o en forma de anillos de cinco o seis eslabones (proyección de Hawort)

En las formas cíclicas los grupos carbonilo se hallan enmascarados y no muestran las características químicas que son habituales en los aldehídos o cetonas. Así, la glucosa que tiene un grupo aldehído, es estable a reactivos que normalmente reaccionan con facilidad con los grupos aldehído

Una segunda propiedad que sugiere una estructura cíclica, es el hecho de haberse encontrado dos formas o isómeros cristalizados. Una de ellas con un poder de rotación de la luz polarizada de 122,2º se le denomina α—D-glucosa. La otra con un poder de rotación de 18,7° y se le llama β—D-glucosa.

Cuando se disuelve una mezcla de ambos isómeros, se trasforma uno en otro hasta llegar a un estado de equilibrio entre ambas formas, que da un poder de rotación de 52,7°, que corresponde a una molécula alfa por cada dos beta. **El cambio del poder de rotación de un monosacárido en disolución se llama mutarrotación**

Ciclación de aldopentosas y de aldohexosas.-Fórmulas en perspectiva de Hawort

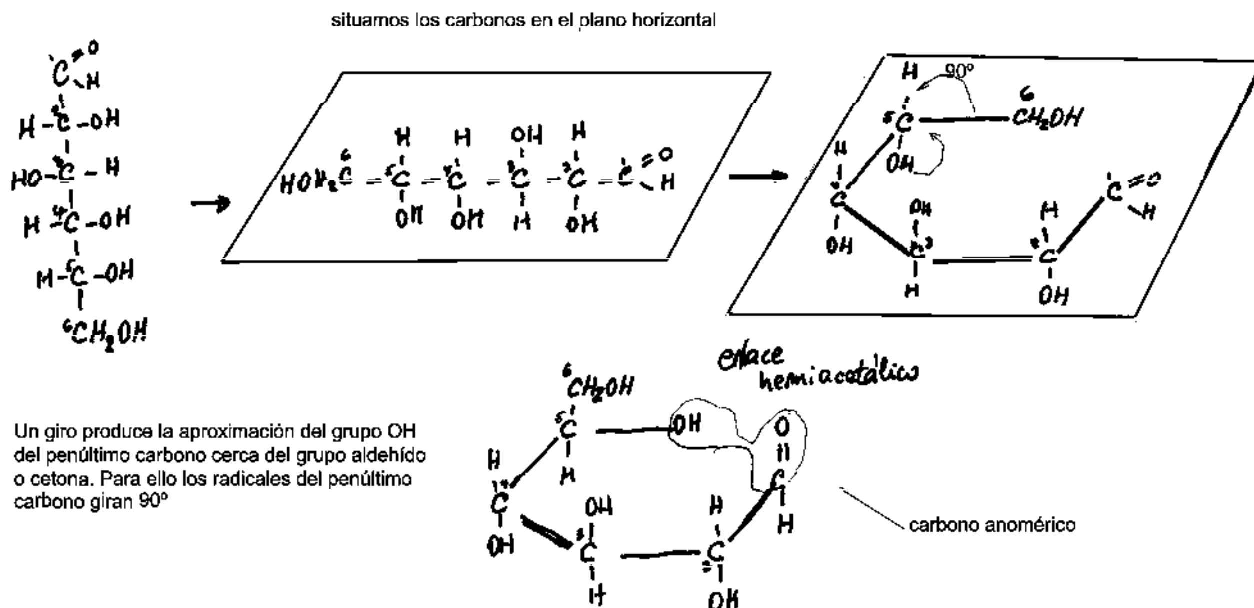
El anillo de ciclación fue realizado por Hawort, por lo que a estas fórmulas cíclicas se las conoce como en **perspectiva de Hawort**

Se ciclan por reacción del grupo aldehído del carbono 1, con el grupo hidroxilo del carbono 4 de las pentosas o el 5 de las hexosas, por medio de un enlace conocido como **hemiacetálico**.

Las formas de los azúcares constituidos por anillos de seis eslabones se llaman piranosas por su similitud con el anillo de pirano.

Si el anillo es de cinco se llaman furanosas por su similitud con el anillo de furano

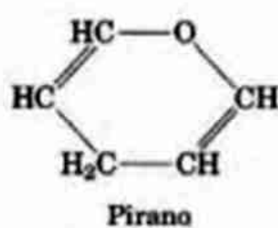
Pongamos como ejemplo la glucosa:

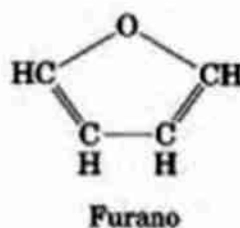


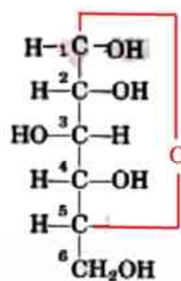
Es de destacar que los grupos OH que en la estructura lineal quedan a la derecha de la cadena carbonada, se sitúan hacia abajo en la de Hawort, y los que están a la izquierda se sitúan hacia arriba
El plano del anillo es perpendicular al plano del papel y la línea gruesa es la que se sitúa más cerca de nosotros

En las formas cíclicas aparece un nuevo carbono asimétrico, que corresponde al que se situaba el grupo aldehído o cetona. Se llama carbono anomérico
Los dos nuevos isómeros se llaman formas anoméricas o anómeros
Se nombran como β cuando el OH del carbono anomérico queda arriba y α cuando el grupo OH del carbono anomérico queda hacia abajo

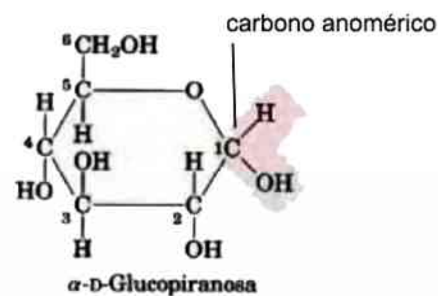
Los compuestos cíclicos se llaman piranosas o furanosas por su similitud química con el pirano y furano respectivamente



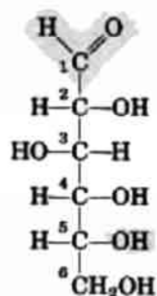


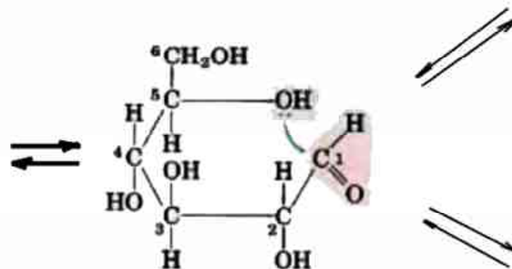


D-glucosa

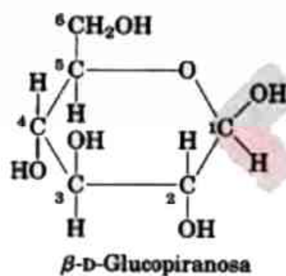


α-D-Glucopiranosa

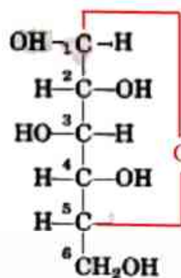


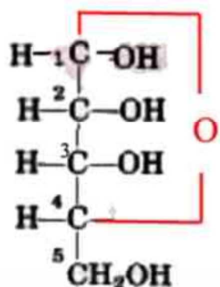


formación de un enlace hemiacetálico entre el C1 y el C5

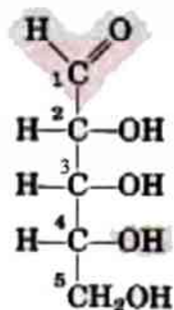


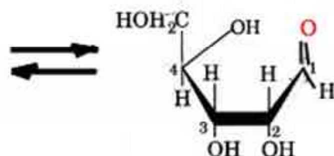
β-D-Glucopiranosa

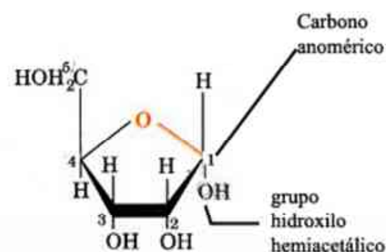




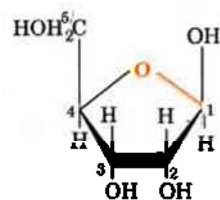
D-Ribosa





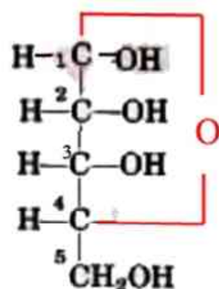


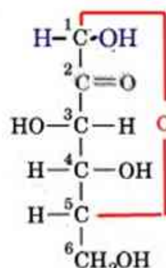
α-D-Ribofuranosa

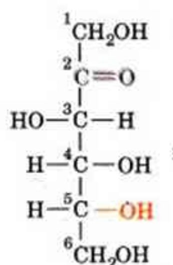


β-D-Ribofuranosa

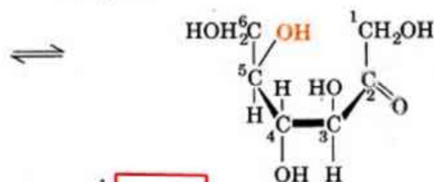
formación de un enlace hemiacetálico
entre el C1 y el C 4

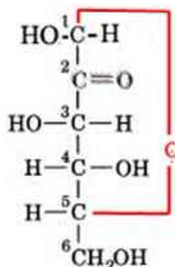


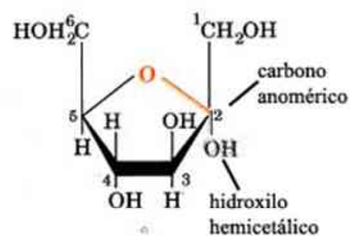




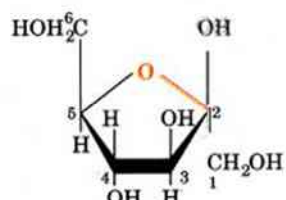
D-Fructosa
(forma lineal)







α-D-Fructofuranosa



β-D-Fructofuranosa

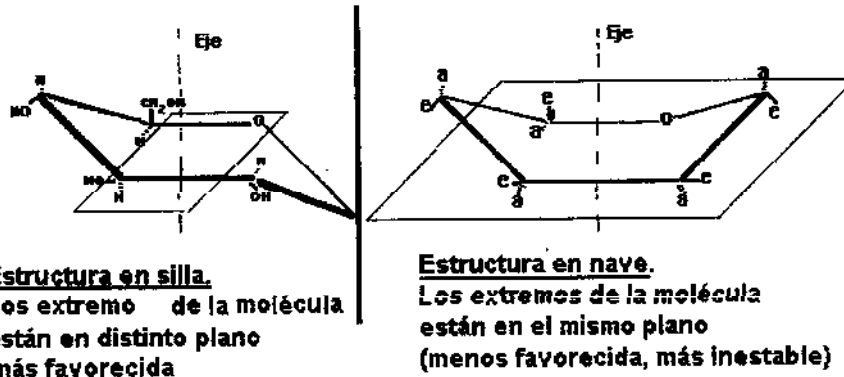
Estructura tridimensional. Conformación.

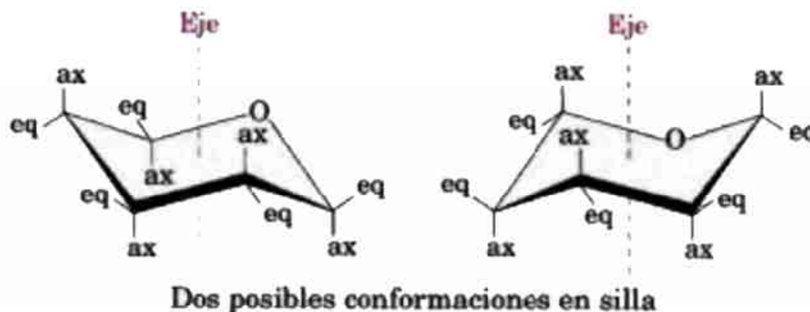
Un paso más en la adecuación de las fórmulas a la estructura real de las moléculas, lo constituyen las fórmulas espaciales, que nosotros no utilizaremos.

Así por ejemplo la α—D -glucopiranosa, permite dos conformaciones posibles:

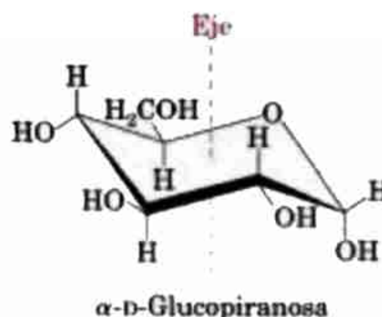
a) En "silla de montar" o trans

b) Conformación "en nave" o cis.





Dos posibles conformaciones en silla

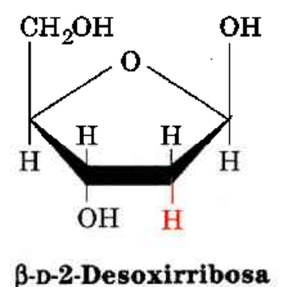


α-D-Glucopiranosa

Derivados de monosacáridos

1: Desoxiazúcares Sustitución de un OH por H

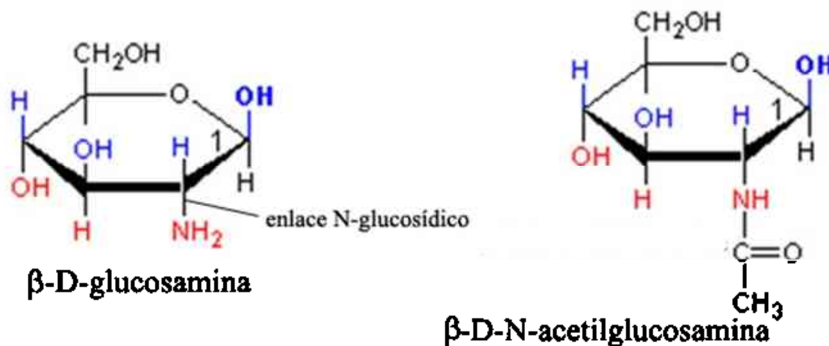
Destacamos la **β-D-2-desoxirribosa** que es un componente del ADN



β-D-2-Desoxirribosa

2: Aminoderivados

Sustitución del grupo OH generalmente del carbono 2, por un grupo amino (NH_2), mediante un enlace N-glucosídico



La glucosamina es un constituyente del ácido hialurónico y la galactosamina de la condroitina

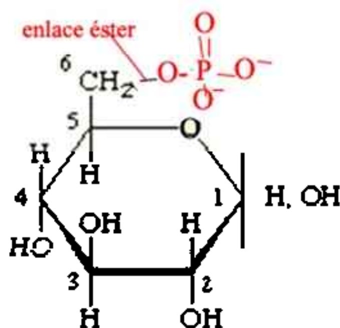
La N-acetilglucosamina es un componente de la **quitina** de los artrópodos y de la pared celular de los hongos.

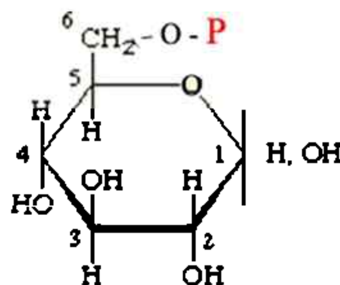
Los Aminoderivados suelen estar acetilados en la función amina como la N-acetilglucosamina y N-acetilgalactosamina que se suelen unir a lípidos (glucolípidos) y a proteínas (glucoproteínas)

3: Ésteres del ácido fosfórico

Son intermediarios importantes en el metabolismo de los glúcidos.

La fosforilación ayuda a retener los azúcares dentro de la célula





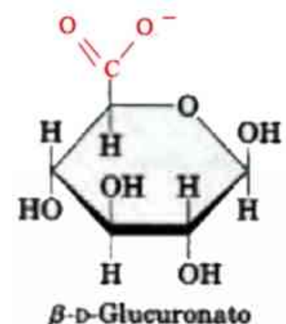
4: Derivados por oxidación. Glucoácidos

Los extremos de la cadena carbonada de los monosacáridos pueden oxidarse para dar ácidos carboxílicos:

Si la oxidación tiene lugar en el carbono 1 se obtienen los ácidos aldónicos

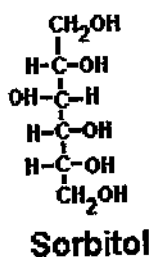
Si la oxidación tiene lugar en el carbono 6 se obtienen los ácidos urónicos

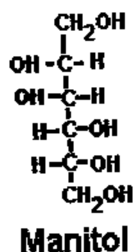
Si la oxidación tiene lugar en los carbonos 1 y 6 se obtienen los ácidos aldáricos Así, a partir de la glucosa se pueden obtener los ácidos glucónico, glucurónico y glucárico, respectivamente.

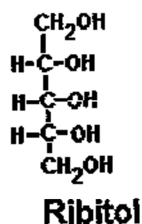


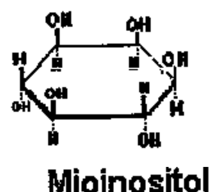
5: Derivados por reducción

Las aldosas y cetosas, por reducción del grupo carbonilo del carbono anomérico da lugar a polialcoholes (alditoles). Son alditoles de interés biológico el sorbitol, también llamado glucitol, y derivado de la glucosa, el manitol (derivado de la manosa), y el ribitol, derivado de la ribosa.









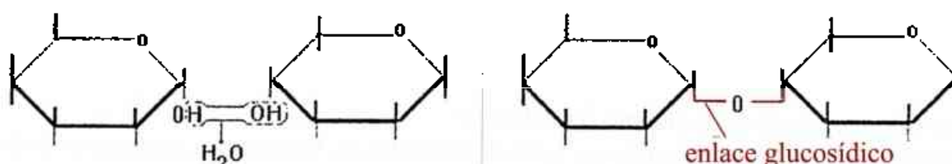
Oligosacáridos

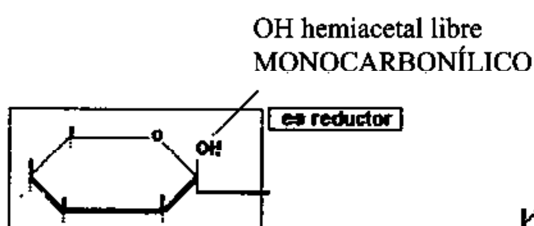
Se llama oligosacárido al compuesto cuyo número de monosacáridos que se unen está comprendido entre dos y diez, si es mayor de diez, se considera que el compuesto es un polisacárido
Están formados por la unión de monosacáridos iguales o distintos, **la unión tiene lugar mediante un enlace llamado 0-glucosídico**

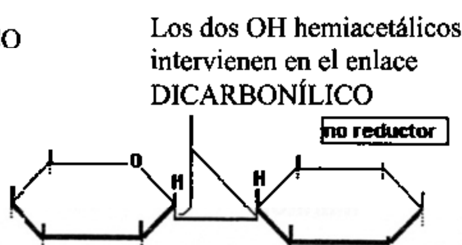
Disacáridos

Cuando el número de monosacáridos es de dos el compuesto de llama disacárido. (Son los más importantes).

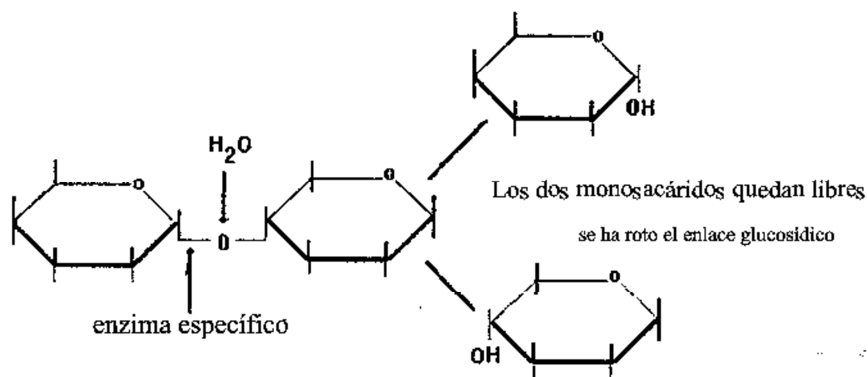
- **El enlace 0-glucosídico** se establece al reaccionar un grupo hidroxilo (-OH) de un monosacárido con otro grupo de idéntica naturaleza de otra molécula. Se forma un puente de O y se desprende H_2O
  Monosac.-OH + HO-X ====> monosac.-O-X + H_2O
  - Cuando el enlace O- glucosídico se establece entre un OH hemiacetal de un monosacárido y el grupo hidroxilo no hemiacetálico del otro, se dice que es **monocarbonílico**
  - Cuando el enlace 0-glucosídico se establece entre cos grupos OH hemiacetálicos de ambos monosacáridos, se dice que es **dicarbonílico** y pierde la capacidad de reducir el licor de Fehling.
- Si en vez de reaccionar dos grupos -OH, lo hace un -OH con un $-NH_2$ se formará un enlace N-glucosídico







La hidrólisis de un disacárido consiste en la rotura de un disacárido en los dos monosacáridos que la componen con utilización de una molécula de agua



Nomenclatura de los disacáridos.-

Para nombrar un disacárido sistemáticamente, se nombre primero la molécula que aporta el carbono carbonílico con la terminación **- osa**, y posteriormente la molécula que aporta el otro hidroxilo con la terminación **- osa**

Si el enlace es dicarbonílico (los dos monosacáridos participan en el enlace glucosídico con sus dos grupos OH hemiacetálicos), al segundo se le hace terminar en **— osido**

Disacáridos reductores

En ellos, el carbono anomérico de un monosacárido se une mediante enlace O-glucosídico a otro que presenta libre su carbono anomérico (enlace glucosídico monocarbonílico)

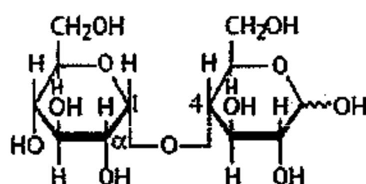
Son ejemplos: **MALTOSA, LA ISOMALTOSA, LA CELOBIOSA Y LA LACTOSA**

Disacáridos no reductores

En ellos, el carbono anomérico de un monosacárido reacciona con el carbono anomérico del otro monosacárido (enlace glucosídico dicarbonílico)

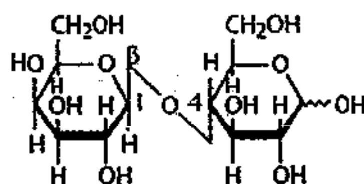
Es ejemplo la **SACAROSA**





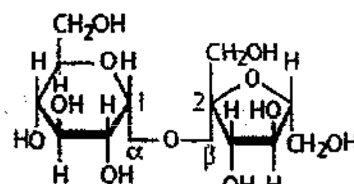
1. *MALTOSA*
α-D-Glucopyranosyl-(1→4)-D-glucopyranose





2. *LACTOSA*
β-D-Galactopyranosyl-(1→4)-D-glucopyranose



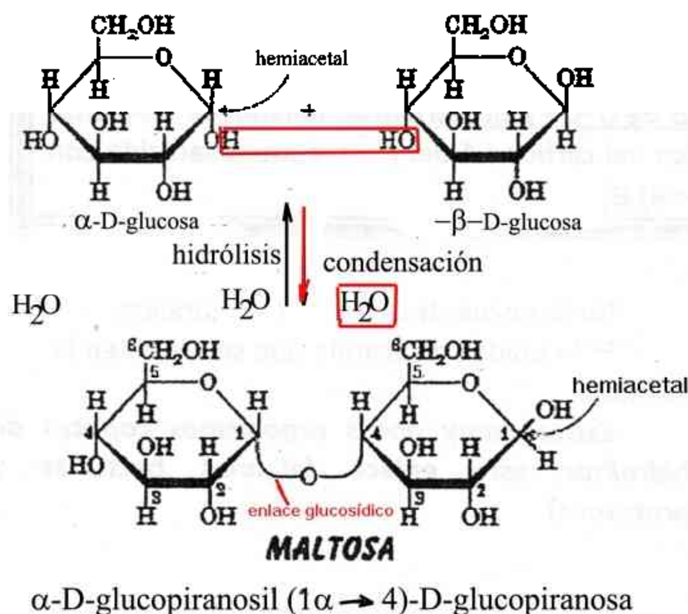


3. *SACAROSA*
α-D-Glucopyranosyl-(1↔2)-β-D-fructofuranoside

Maltosa

Es el azúcar de malta (cebada germinada). No se encuentra libre en la Naturaleza

Está formada por la unión de dos moléculas de glucosa, unidas mediante un enlace O - glucosídico entre el OH anomérico del carbono 1 de una de ellas en posición alfa y el hidroxilo del carbono 4 de la otra.



G (1α —>4) G

No se encuentra libre en la naturaleza. Se forma como **producto intermedio de la acción de las amilasas sobre el almidón y el glucógeno**

Por acción del enzima maltasa se hidroliza a dos moléculas de glucosa.

Cuando la segunda glucosa es alfa tendríamos una α - maltosa

Cuando la segunda glucosa es beta, tendríamos una β-maltosa

Posee poder reductor frente al licor de Fehling

A la maltosa se le llama también azúcar de malta, ya que aparece en los granos de cebada germinada

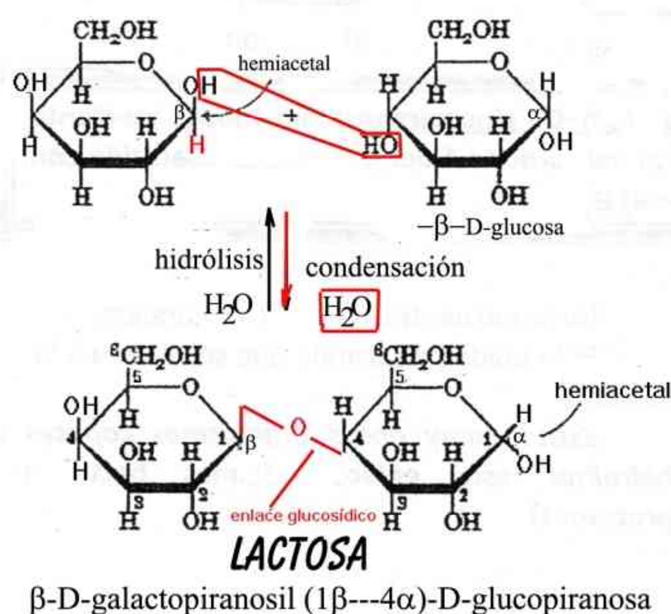
Es hidrolizada por el enzima maltasa

Lactosa

Está formada por la unión de una molécula de β- D - galactopiranosa v otra de α–D-glucopiranosa unidas mediante un enlace entre el OH hemiacetálico de la primera y el OH del carbono 4 de la segunda. **Ga (1β —>4) G**

Se encuentra en la leche de los mamíferos (en un 4% en la leche de vaca). El enzima lactasa la hidroliza a galactosa y glucosa.

Existe como formas α y β.

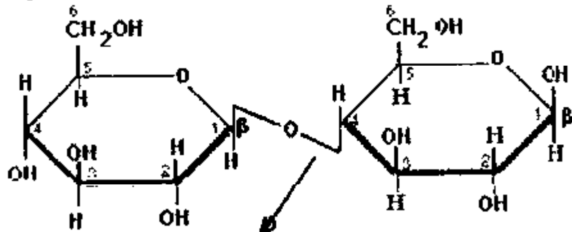


La **intolerancia a la lactosa** es una afección de la mucosa intestinal debida a que el organismo produce poca o ninguna cantidad de la enzima lactasa

Celobiosa

La **celobiosa** no existe como tal en la Naturaleza y se obtiene a partir de la hidrólisis de la celulosa, un polisacárido que forma parte de la pared celular en las plantas superiores. Está formada por dos glucosas unidas por el OH del C1 en posición β de una y el OH del C4 de otra. Su nombre sistemático es **4-O-(β-D-glucopiranosil)-D-glucopiranosa,** o abreviado,

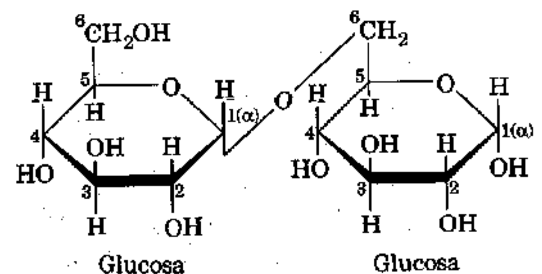
G (1β⟶4)G.



Isomaltosa

Está formada por la unión de dos moléculas de α - D - glucopiranosa, unidas mediante un enlace 0-glucosídico entre el OH hemiacetálico del carbono 1 en posición alfa de una de ellas y el OH del carbono 6 en posición alfa de la otra. G(lα —>6)G

No se encuentra libre en la naturaleza, se obtiene por hidrólisis de la amilopectina y glucógeno (puntos de ramificación)



No reductores

Sacarosa

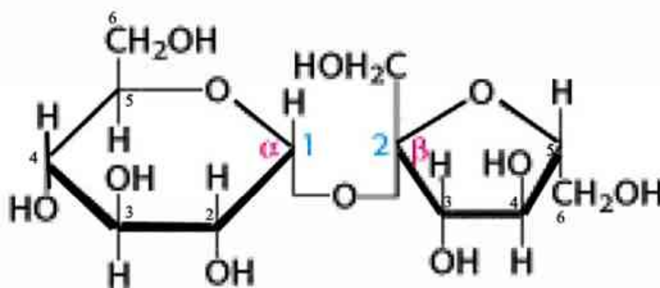
No tiene poder reductor sobre el licor de Fehling, pues el segundo monosacárido se enlaza a través del carbono anomérico (enlace dicarbonílico, no hay ningún OH hemiacetálico libre)

Está presente en muchas frutas, como los dátiles y los higos, y en el néctar de muchas flores

Es el azúcar corriente de mesa. En la naturaleza se encuentra en alta proporción en la caña de azúcar (20% en peso) y de remolacha (15% en peso)

Se produce en plantas, pero no en animales superiores. Constituye la forma principal de transporte de azúcar desde las hojas a otras partes de la planta

Es hidrolizada por la enzima **sacarasa**



SACAROSA

(D-glucopiranosil (1α ⟶2β) fructofuranosa)

Oligosacáridos de más de dos monosacáridos

Si construimos trisacáridos y hacemos entrar en combinación todas las hexosas tendríamos más de 1.000 estructuras diferentes. Si seguimos aumentando el número de monosacáridos, el número de posibilidades va creciendo enormemente

Esta enorme diversidad dota a los oligosacáridos de la membrana citoplasmática que están unidos a lípidos (glucolípidos) o a proteínas (glucoproteínas) la propiedad de almacenar información. Los Oligosacáridos dan a las membranas citoplasmáticas la señal de identidad, de manera que los distintos tipos celulares se reconocen por los oligosacáridos presentes en sus membranas

Algunos antibióticos como la estreptomicina y neomicinas, así como algunos agentes antitumorales como la daunomicina, son oligosacáridos

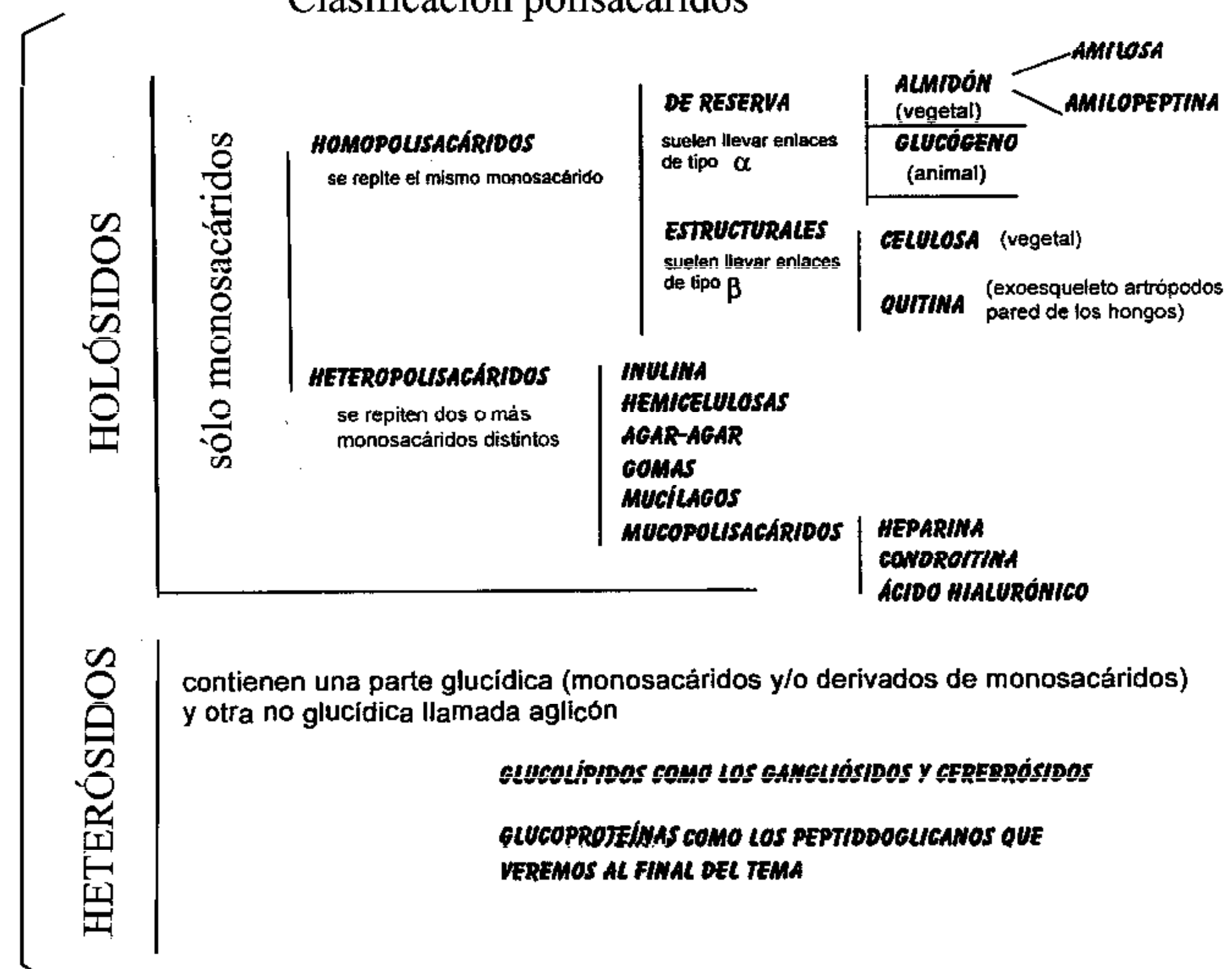
Polisacáridos.-

Están formados por la unión de muchas moléculas (polímeros) de monosacáridos y/o derivados de monosacáridos, unidos mediante enlaces 0-glucosídicos

Poseen pesos moleculares elevados. No son dulces. Pueden ser insolubles en el agua como la celulosa o formar disoluciones coloidales como el almidón.

Sin carácter reductor

Los clasificamos en



Polisacáridos de reserva

Almidón

<u>Polisacárido de reserva de las células vegetales</u>. Se almacena en los plastos de las células vegetales, es muy abundante en los tubérculos, bulbos, rizomas y endospermo de semillas.

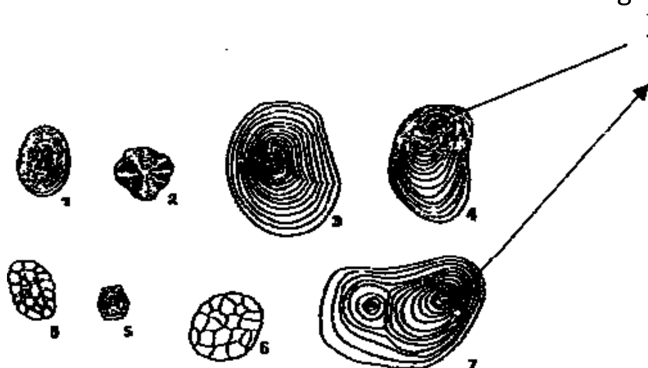
Constituye una forma eficaz de almacenar la glucosa, pues al no disolverse en el agua del citoplasma, no contribuye al aumento de la presión osmótica.

El almidón puede encontrarse en dos formas

Amilosa. Con enlaces G (1$\alpha \rightarrow$4) G

Amilopectina. Can enlaces G (1$\alpha \rightarrow$ 4) G pero en las ramificaciones G (1 $\alpha \rightarrow$ 6) G

Frecuentemente se acumula en forma de gránulos (mucho almidón ocupando poco volumen)



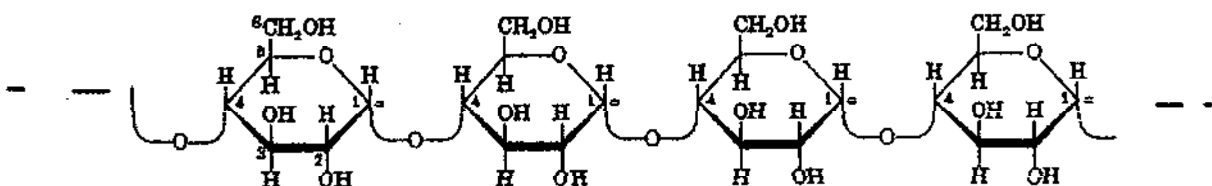
Diversas formas de granos de almidón.
1: Grano simple de hilos concéntricos como el trigo
2: Grano similar del maíz
3: Grano simple de la judía
4: Grano simple, pero con un hilo excéntrico como la patata
5: Grano compuesto del arroz, y uno de sus elementos
6: Grano compuesto de la avena
7: Grano semicompuesto de la patata

Las primeras moléculas que forman el hilio, son de amilosa y las que se van originando más tarde, se colocan excéntricamente alrededor del hilio y son en su mayoría de amilopectina.

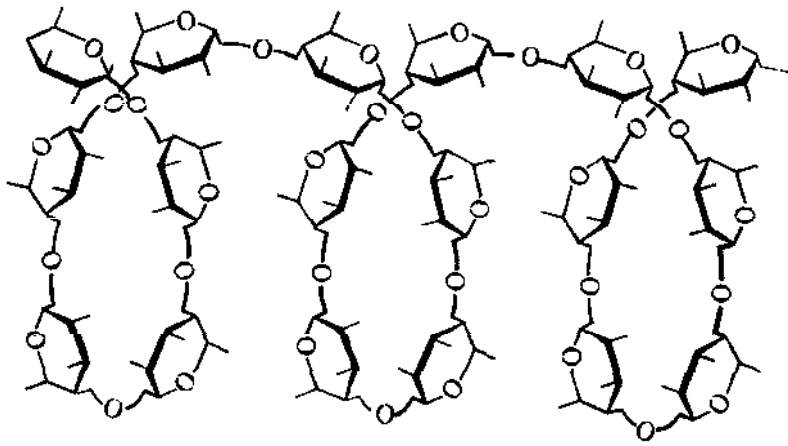
Amilosa

Está constituido por largas cadenas no ramificadas (polímero lineal), en las que las unidades de α – D -glucosa se hallan unidas mediante enlaces (l$\alpha \rightarrow$4)

AMILOSA



La amilosa se disuelve fácilmente en agua, adquiriendo una estructura secundaria característica, de forma helicoidal, en la que cada vuelta de la hélice comprende 6 unidades de glucosa.

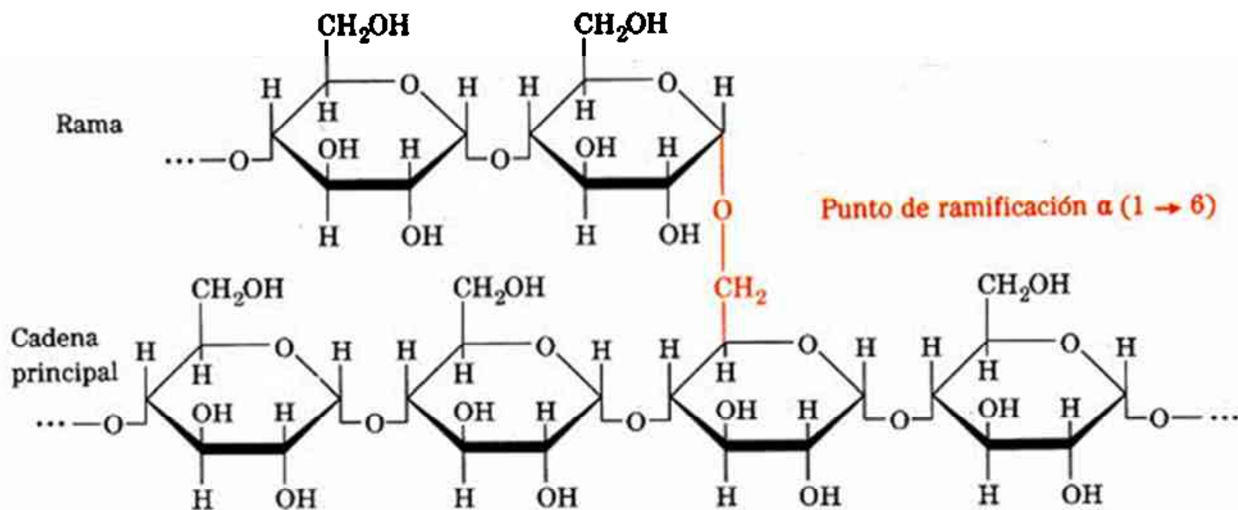


Si añadimos yodo a una disolución que contenga amilosa, adquiere **color azul violáceo intenso**
Como esta coloración no es el resultado de ninguna interacción covalente, el calentamiento origina la desestabilización del helicoide y por ello la pérdida de color, que se va recuperando a medida que va enfriando la disolución



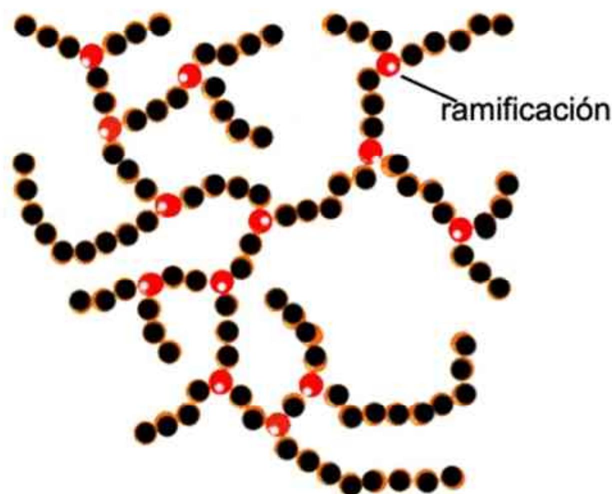
Amilopectina

Es un polímero ramificado, en el que las cadenas principales están formadas por moléculas de glucosa unidas mediante enlaces glucosídicos **(1α → 4)** y donde cada rama se une a la cadena principal mediante enlaces glucosídicos **(1α → 6).**



Entre los puntos de ramificación de la amilopeptina hay en realidad de 20 a 30 restos de glucosa
En el glucógeno hay de 8 a 12

Es menos soluble en el agua que la amilosa. Forma una disolución coloidal que se tiñe de **color rojo violáceo** que no desaparece al calentar



Hidrólisis del almidón

Las α– amilasas van eliminando los enlaces (lα --> 4) por los extremos no reductores, originando fragmentos de maltosa

Las β— amilasas hidrolizan los enlaces (1α––> 4) internos originando:

- Maltosa,
- Maltotriosa (tres unidades de glucosa unidas mediante enlaces(1α––> 4)

Como las amilasas no pueden hidrolizar el enlace (1α––> 6) dejan un residuo llamado dextrina límite que debe ser hidrolizada mediante un enzima llamada **(1α ––> 6) glucosidasa**

Glucógeno

Polisacárido de reserva de las células animales

Abunda especialmente en el hígado y músculos. En las células hepáticas, el glucógeno aparece en forma de grandes gránulos. La función del glucógeno muscular es actuar como una fuente de fácil disponibilidad de unidades de glucosa para la glucólisis dentro del propio músculo. El glucógeno hepático sirve en gran parte para exportar unidades de glucosa para la conservación de la glucosa sanguínea

Con el yodo da una dispersión coloidal que se tiñe de rojo oscuro.

Los enlaces al igual que la amilopectina son (1α **-->** 4), pero está más ramificada (cada 8 a 10 moléculas de glucosa), las ramificaciones son también (lα**-->** 6)

El que el glucógeno esté muy ramificado facilita la acción de un enzima específico llamado glucógenofosforilasa que rompe los enlaces (lα---> 4) por los extremos no reductores y liberan glucosa fosforilada (glucosa 1 fosfato), cuanto más ramificada mayor número de extremos no reductores

El enlace G (lα**-->** 6) G se rompe por la actividad alfa -6- glucosidasa, obteniéndose glucosa 1-fosfato

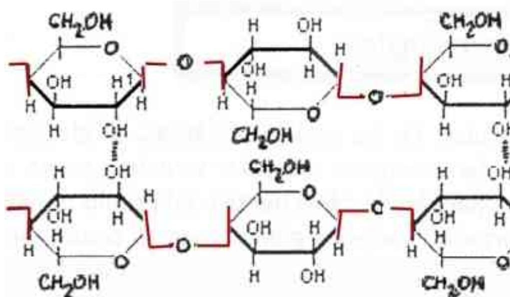
Polisacáridos estructurales

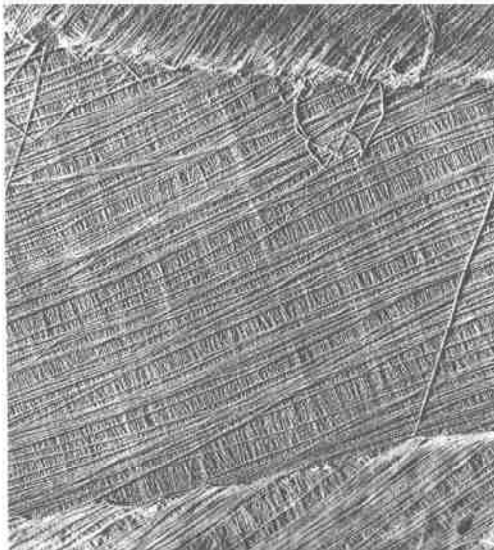
Celulosa

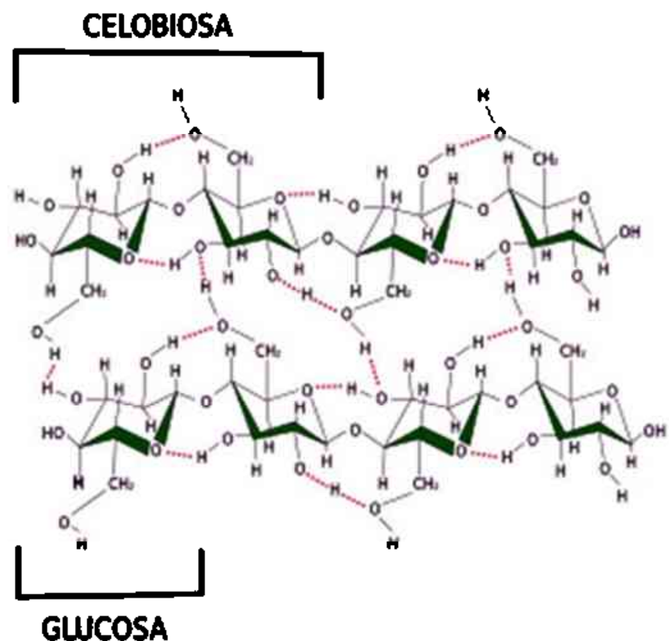
Se puede considerar como la molécula orgánica **más abundante en la Naturaleza**. Es un polímero **lineal** de varios miles de **glucosas** unidas por **enlaces (1b®4)**. Es muy estable químicamente e insoluble en agua.

Componente de la pared células de las células vegetales

Las cadenas lineales de celulosa forman unas estructuras cristalinas denominadas **microfibrillas**, con un diámetro de entre 20 y 30 nm y formadas por unas 2000 moléculas de celulosa entre las cuales se **establecen múltiples puentes de hidrógeno entre los grupos hidroxilo de cadenas de celulosa yuxtapuestas**, haciéndolas impenetrables al agua, y originando unas fibras compactas que constituyen la pared celular de las células vegetales







línea roja: interacción entre moléculas de glucosa mediante puentes de hidrógeno

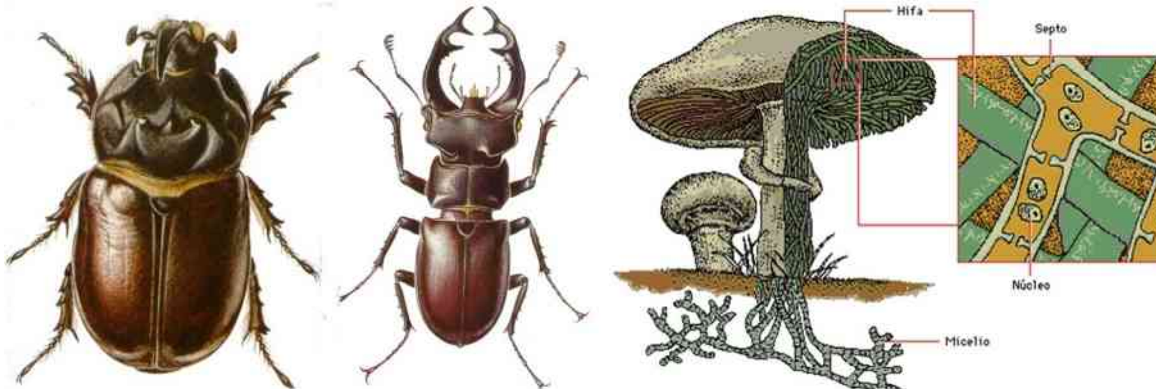
El tracto digestivo de la mayoría de los mamíferos no secreta enzimas capaces de hidrolizar los enlaces (1β-->-4), por ello la celulosa es indigerible o no absorbible (sin embargo, las fibras de celulosa facilitan el buen funcionamiento del aparato digestivo, al dar consistencia a las heces que así pueden progresar más fácilmente a lo largo del tubo digestivo)

Los insectos xilófagos (comedores de madera) y los herbívoros son capaces de aprovechar la celulosa, gracias a que poseen en su tubo digestivo protozoos y bacterias simbióticas, que sí poseen enzimas capaces de hidrolizar la celulosa

Quitina

Es un polímero de la N-acetilglucosamina, los enlaces son (1β**-->**4)

Es un enlace que posibilita, lo mismo que ocurría con la celulosa, que se formen cadenas paralelas. Es uno de los componentes **principales de las paredes celulares de los hongos, y el componente esencial en la composición del exoesqueleto de los artrópodos**. Las quetas y mandíbulas de anélidos. En el caparazón de los crustáceos se impregna de carbonato cálcico lo que le da mayor dureza.



Pectina.-

Polisacárido componente de **la matriz de la pared celular de las células vegetales**. Es un polímero del ác. Metil-D-galacturónico con enlaces (lα — 4).

Heteropolisacáridos

Son sustancias que por hidrólisis dan lugar a varios tipos de monosacáridos y/o derivados de monosacáridos

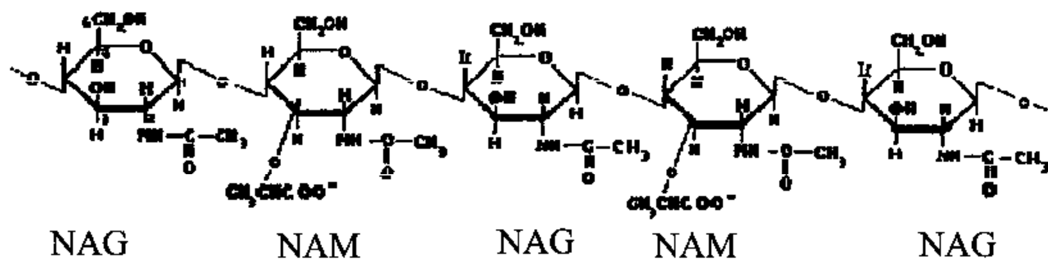
- **Hemicelulosa.-** Es un polímero de la xilosa, arabinosa y otros monosacáridos. Entra a formar parte junto con la celulosa y la pectina de la pared celular de las células vegetales.
- **Agar-agar**.- Se encuentra como componente de la pared celular de las algas rojas (Rodofíceas). Cuando se hierve y se deja enfriar se convierte en una gelatina muy utilizada en microbiología para preparar medios de cultivo bacteriano. En su composición hay L-galactosa y D-galactosa junto con ésteres sulfúricos de ellas. Se utiliza también como espesante en industrias alimentarias.
- **Gomas.-** Polímeros de la arabinosa, galactosa, ác. Galacturónico. Están presentes en los vegetales y se les atribuye misión defensiva frente a los agentes externos, salen al exterior como exudados.
- **Glucosaminoglucanos**: heteropolisacáridos extracelulares responsables de la viscosidad, adhesividad y resistencia a la tensión de la matriz extracelular. Componen la sustancia básica que constituye la sustancia intercelular de los tejidos conectivos en la que se embeben las fibras de colágena y elastina
    - **Ácido hialurónico:** forma disoluciones transparentes y viscosas que sirven como lubrificante en el líquido sinovial de las articulaciones. En el humor vítreo de los ojos. En la matriz extracelular de cartílagos y tendones. En la cubierta del óvulo.
    - **Sulfato de condroitina**: da resistencia a cartílagos, tendones, ligamentos y paredes de arterias
    - **Sulfatos de dermatán.** Flexibilidad de la piel
    - **Sulfatos de queratán**. Presentes en Cuernos, pelos, pezuñas, garras, córnea, etc.
    - **Heparina.-** Es un anticoagulante que se encuentra en las paredes de las arterias, en los pulmones y en el hígado. Aparece en las glándulas salivares de los animales hematófagos (sanguijuelas, mosquitos) para impedir la coagulación de la sangre durante la succión.

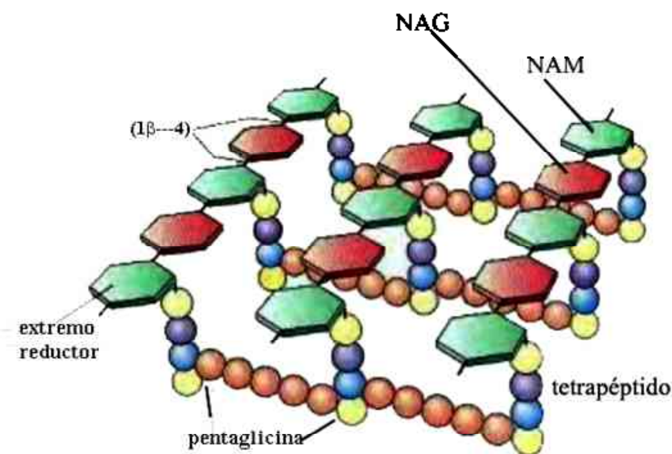
Heterósidos

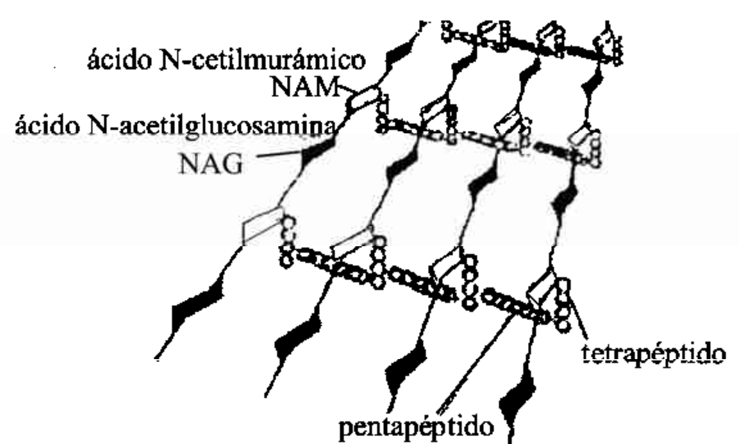
Poseen dos componentes. Una parte gucídica (monosacáridos o derivados) y otra no glucídica de naturaleza variada

Peptidoglicano

<u>Son componentes de la pared celular de las bacterias</u>, están formados por un armazón de naturaleza glucídica, constituida por la repetición de unidades de **NAG-** (N-acetilglucosamina) que alternan con unidades de **NAM** (N-acetilmurámico). Las cadenas glucídicas alternantes quedan unidas entre sí mediante cortas cadenas de aminoácidos que sería el componente peptídico







Papel biológico de los glúcidos

Función energética

Los Hidratos de Carbono representan en el organismo el combustible de uso inmediato. La degradación de 1g de glúcidos produce unas 4 Kcal. La degradación de los glúcidos puede tener lugar en condiciones anaerobias (fermentación) o aerobias (respiración). Todas las células vivas conocidas son capaces de obtener energía mediante la fermentación de la glucosa, lo que indica que esta vía metabólica es una de las más antiguas. Tras la aparición de los primeros organismos fotosintéticos y la acumulación de oxígeno en la atmósfera, se desarrollaron las vías aerobias de degradación de la glucosa, más eficientes desde el punto de vista energético, y por lo tanto seleccionadas en el transcurso de la evolución. Los glúcidos también sirven como reserva energética de movilización rápida (almidón en plantas y glucógeno en animales). Además, los glúcidos son los compuestos en los que se fija el carbono durante la fotosíntesis

Función estructural

Las paredes celulares de plantas, hongos y bacterias están constituídas por glúcidos o derivados de los mismos. La celulosa, que forma parte de la pared celular de las células vegetales, es la molécula orgánica más abundante de la Biosfera

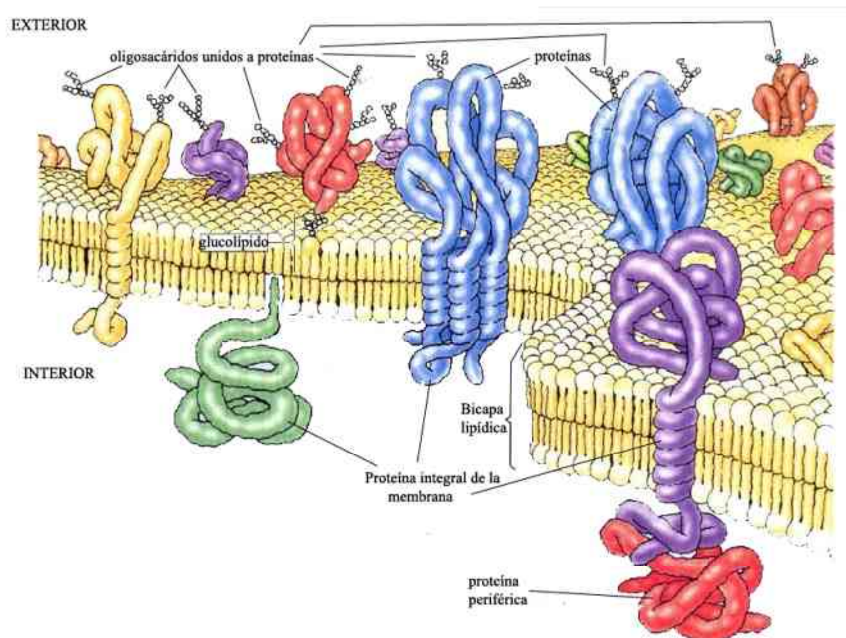
El exoesqueleto de los artrópodos está formado por el polisacárido quitina.

Las matrices extracelulares de los tejidos animales de sostén (conjuntivo, óseo, cartilaginoso) están constituídas por polisacáridos nitrogenados (los llamados glucosaminoglicanos o mucopolisacáridos).

Función señalizadora

Los glúcidos pueden unirse a lípidos o a proteínas de la superficie de la célula, y representan una señal de reconocimiento en superficie. Las glicoproteínas y los glicolípidos de la superficie externa celular constituyen el **glucocáliz** que realiza funciones tales como

- **Actuar como señales de reconocimiento para hormonas, anticuerpos, bacterias, virus u otras células vecinas.** La enorme variedad y especificidad de debe a la variación en la naturaleza de los monosacáridos que componen el oligosacárido y a la presencia de ramificaciones en la cadena
- **Se comportan como determinantes antigénicos, es decir, zonas de la superficie celular capaces de estimular la síntesis de anticuerpos**



En muchos casos las proteínas intracelulares se unen a una o varias cadenas de oligosacáridos, que desempeñan varias funciones:

- sirven como marcador para dirigirlas a su destino dentro de la célula o para ser secretada
- evitan que la proteína sea digerida por proteasas
- aportan numerosas cargas negativas que aumentan la solubilidad de las proteínas, ya que la repulsión entre cargas evita su agregación

Función de detoxificación

En muchos casos, los organismos deben encargarse de eliminar compuestos tóxicos que son muy poco solubles en agua, y que tienden a acumularse en tejidos con un alto contenido lipídico como el cerebro o el tejido adiposo. Estos compuestos pueden ser de diversa procedencia:

- compuestos que se producen en ciertas rutas metabólicas, que hay que eliminar o neutralizar de la forma más rápida posible (bilirrubina, hormonas esteroideas, etc.)
- compuestos producidos por otros organismos (los llamados metabolitos secundarios: toxinas vegetales, antibióticos, etc.)
- compuestos de procedencia externa (xenobióticos: fármacos, drogas, insecticidas, pesticidas, aditivos alimentarios, etc.)

Una forma de deshacerse de estos compuestos es conjugarlos con un derivado de la glucosa: el ácido glucurónico, para hacerlos más solubles en agua y así eliminarlos fácilmente por la orina o por otras vías. Por ejemplo, la bilirrubina es un compuesto que aparece durante la degradación del grupo hemo de la hemoglobina. Es poco soluble en agua y muy tóxico y se acumula en tejidos grasos como el cerebro o el tejido adiposo. En el hígado se combina con el ácido glucurónico y de esta forma se puede eliminar a través de la bilis (heces) o de la orina